



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 41 00 645 A 1

51 Int. Cl.⁵:
B 01 D 53/34
B 01 D 46/02
F 23 J 15/00
B 01 J 20/02

21 Aktenzeichen: P 41 00 645.3
22 Anmeldetag: 11. 1. 91
43 Offenlegungstag: 16. 7. 92

DE 41 00 645 A 1

71 Anmelder:
Regler, Hansjörg, 8037 Olching, DE; Fichtel, Konrad,
Dr., 8130 Starnberg, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 36 08 315 C2
DE 34 26 796 C2
DE 40 14 388 A1
DE 39 15 934 A1
DE 38 15 807 A1
AT 3 90 208
EP 3 42 184 A1
WO 89 09 184
WO 89 09 183
WO 87 02 023

SU 14 30 081 A1
SU 9 96 803
Power, Oct. 1987, H.10, S.97;
WLB Wasser, Luft u. Boden, 10/1989, S.46;
Power, Sept. 1988: Special Report, S.S1-S14;
SCHULER, J.;
u.a.: Heterogene NO-Reduktion an Pyrolysekoks. In:
Erdöl und Kohle, Bd.41, H.7-8, 1988, S.296-299;

54 Verfahren zur Abscheidung von Schadstoffen, insbesondere von sauren Schadstoffen, aus Gasen und Abgasen

57 Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft die Minimierung der Restemission von Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff mit Hilfe von basischen Substanzen, denen zusätzlich noch basische stickstoffhaltige Verbindungen zugemischt werden.
Zu den basischen Verbindungen zählen insbesondere Ammoniak und die Ammoniumsalze sowie Harnstoff. Verwendet werden können auch Amine.
Das Verfahren findet vorzugsweise bei den einstufigen Verfahren der Sprühsorption, der konditionierten Trockensorption und der Trockensorption Anwendung. Hierbei wird vorzugsweise Ammoniak, zusammen mit Calciumhydroxid in die Abgasreinigungsanlage eingebracht.
Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können ohne verfahrenstechnische Probleme, auch bei einstufigen Verfahren, die scharfen Grenzwerte für Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid der neuesten gesetzlichen Verordnungen eingehalten werden.

DE 41 00 645 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abscheidung von Schadstoffen, insbesondere von sauren Schadstoffen, aus Gasen und Abgasen mittels basischer Substanz.

Bei zahlreichen industriellen Prozessen, z. B. Verhüttung von Metallen, thermische Behandlung von Stoffen und Verbrennung von Abfällen, werden Abgase erzeugt, die saure Schadstoffe enthalten. Es handelt sich hierbei im wesentlichen um Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid. Hinzu kommen noch flüchtige Schwermetalle, z. B. Quecksilber, und organische Stoffe, z. B. Dioxine.

Zur Abscheidung der sauren Schadstoffe sind bereits eine Vielzahl von Verfahren entwickelt worden. Ein sehr wirksames Verfahren ist die Naßwäsche von Gasen und Abgasen. Die übliche Arbeitsweise besteht darin, die Abgase zu entstauben, sie unter Taupunkt des Wasserdampfes abzukühlen und in einem weiteren 2- oder 3stufigen Waschprozeß zuerst von Chlorwasserstoff und dann von Schwefeldioxid zu befreien. Nachgeschaltet ist in den meisten Fällen noch ein Tropfenabscheider. Die Waschwässer müssen neutralisiert werden, sofern sie nicht schon neutralisiert sind. Zweckmäßigerweise werden sie in den heißen Abgasstrom eindosiert und zu trockenen Salzen eingedampft.

Auf einem etwas höheren Temperaturniveau arbeitet die konditionierte Trockensorption. Ihr Temperaturbereich liegt bei 120 bis 150°C. Sie besteht darin, das Abgas auf Temperaturen von 120 bis 160°C abzukühlen. Hierzu wird in den meisten Fällen Wasser eingesetzt, daß im heißen Abgasstrom verdampft wird. Anschließend wird trockenes Calciumhydroxid zur Bindung der sauren Schadstoffe eingedüst. Das Calciumhydroxid reagiert mit den sauren Schadstoffen zu Feststoffen, die zusammen mit Staub und nicht umgesetzten Calciumhydroxid an einem Gewebefilter abgeschieden wird.

Die traditionelle Trockensorption arbeitet im Temperaturbereich von 160 bis 240°C. Sie besteht darin, das Abgas zu entstauben und dann durch Zudüsen von trockenem Calciumhydroxid die sauren Schadstoffe, z. B. HF, HCl und SO₂, zu neutralisieren und deren Produkte zusammen mit nicht umgesetztem Calciumhydroxid an einem Gewebefilter abzuscheiden.

Die Naßwäsche kann aufgrund ihres vielstufigen Aufbaues sehr niedrige Restemissionen an Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff erreichen. Der apparative Aufwand ist jedoch beträchtlich, so daß die mehrstufige Naßwäsche zu den teuersten Verfahren der Abgasreinigung zählt. Nicht zu vergessen ist auch, daß eine derartige Vielzahl von verschiedenen Stufen, bei denen immer noch Zusatzaggregate beigeordnet sind, im Verbundbetrieb stör anfällig und durch einen erheblichen Energieverbrauch gekennzeichnet ist.

Die konditionierte Trockensorption stellt ein apparativ und verfahrensmäßig einfaches Verfahren dar. Bei entsprechend hohem Calciumhydroxideinsatz lassen sich sehr niedere Restemissionen an Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff erreichen. Allerdings leidet die konditionierte Trockensorption an Problemen der Filterverkrustung und eines überstöchiometrischen Verbrauches an Calciumhydroxid.

In noch viel stärkerem Maße gilt dies für die Trockensorption, deren Calciumhydroxidverbrauch enorm ist. Zur Einhaltung der neuesten Grenzwerte, z. B. Chlorwasserstoff 10 mg/m³ und Schwefeldioxid 50 mg/m³ (Tagesmittelwert), müssen mehrfach überstöchiometrische Mengen an Calciumhydroxid eingesetzt werden.

Der Mehrverbrauch an Calciumhydroxid führt zwangsläufig zu einem höheren Anfall an Reaktionsprodukten aus der Abgasreinigung, die nur unter besonderen Bedingungen abgelagert werden können.

Gesucht wird also ein einfaches und wirtschaftliches Abgasreinigungsverfahren, das mit vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand die Minimierung von Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff auf die gesetzlichen Restgehalte ermöglicht. Es soll sowohl bei der Trockensorption, der konditionierten Trockensorption und der Sprühsorption einsetzbar sein. Außerdem soll es auch als Nachreinigungsstufe bei der Naßwäsche oder als Zwischenstufe bei der Naßwäsche einsetzbar sein. Weiterhin soll es so wirksam sein, daß bei der konditionierten Trockensorption und der normalen Trockensorption der Kalkverbrauch gesenkt werden kann, um die Nachfolgeprobleme der Ablagerung der Reaktionsprodukte ebenfalls zu minimieren. Außerdem werden an ein derartiges Verfahren auch noch die Anforderungen gestellt, im Zusammenhang mit der Minimierung der Restgehalte an Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff auch noch Quecksilber und die ökotoxischen Schadstoffe, Dioxine, chlorierte Kohlenwasserstoffe und polyaromatische Kohlenwasserstoffe zu minimieren. Schließlich ist es auch erwünscht, die Emission an Stickstoffoxiden zu mindern.

Diese Aufgaben und Ziele werden durch das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gelöst, daß zusätzlich zu basischen Alkali- und/oder Erdalkaliverbindungen oberhalb des Taupunktes von Wasserdampf stickstoffhaltige basische Verbindungen eingedüst, mit dem Gasstrom vermischt, zur Reaktion gebracht und die Feststoffe an Staubabscheidevorrichtungen abgeschieden werden.

Kennzeichnend für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Tatsache, daß als stickstoffhaltige basische Verbindung Ammoniak, Ammoniumsalze, Harnstoff und/oder primäre, sekundäre und/oder tertiäre Amine eingedüst werden.

Das Verfahren beruht also darauf, daß die bestehenden Verfahren der Trockensorption, der konditionierten Trockensorption und der Sprühsorption eingesetzt werden, deren Wirksamkeit jedoch dadurch verbessert wird, daß zur Minimierung der Restemission von Schwefeldioxid, Fluorwasserstoff und Chlorwasserstoff noch basische stickstoffhaltige Verbindungen, vornehmlich Ammoniak, eingedüst werden.

Als basische stickstoffhaltige Verbindungen kommen Ammoniak, Ammoniumsalze, z. B. Ammoniumchlorid, Ammoniumsulfat, Ammoniumnitrat, Ammoniumbicarbonat und Ammoniumcarbonat, Harnstoff und/oder primäre, sekundäre und tertiäre Amine in Frage. Bei den Aminen werden vorzugsweise die Äthanolamine einzusetzen.

Es ist davon auszugeben, daß die basischen stickstoffhaltigen Verbindungen mit den sauren Substanzen reagieren, Ammoniumsalze bilden, die sich auf Calciumhydroxid oder sonstige alkalische Verbindungen niederschlagen und dort mit den basischen Substanzen unter Bildung von Calciumchlorid und Calciumsulfat reagieren.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird Ammoniak als gasförmige Substanz eingesetzt. Dies hat den Vorteil, daß Ammoniak ohne Probleme an jeder beliebigen Stelle der Abgasreinigungseinrichtung eingeblasen werden kann. Eine weitere Durchmischung ist dann nicht mehr erforderlich, wie dies bei Feststoffen der Fall ist. Die Verwen-

dung von wäßrigem Ammoniak ist ebenfalls möglich.

Rein verfahrenstechnisch kann hierbei nach dem erfindungsgemäßen Verfahren so vorgegangen werden, daß die stickstoffhaltigen basischen Verbindungen entweder vor der Zugabe der basischen Substanzen, zusammen mit diesen basischen Substanzen oder nach der Zugabe der basischen Substanzen, die als basische Alkali- und/oder Erdalkaliverbindungen definiert sind, in den Abgasstrom eingeblasen werden.

Eine besondere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß die stickstoffhaltigen basischen Verbindungen, berechnet als Ammoniak, zu den Restemissionen der sauren Schadstoffe Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid im Molverhältnis 0,01 bis 10, vorzugsweise 0,1 bis 2 insbesondere 0,2 bis 1, eingesetzt werden.

Der Einsatz der stickstoffhaltigen basischen Verbindungen richtet sich also nicht nach der Rohgaskonzentration von Chlorwasserstoff und SO_2 sondern nach der im gereinigten Abgas vorliegenden Konzentrationen.

Als basische Alkaliverbindungen werden bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Natriumhydrogencarbonat, Natriumcarbonat, Kaliumhydrogencarbonat und/oder Kaliumcarbonat und als basische Erdalkaliverbindung Branntkalk, Calciumhydroxid, Calciumcarbonat, Magnesiumoxid, Magnesiumhydroxid und/oder Magnesiumcarbonat als Feststoffe, Lösungen oder Suspension eingesetzt.

Die Alkaliverbindungen Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid werden vorzugsweise als Lösung verwendet. Natriumhydrogencarbonat, Natriumcarbonat, Kaliumhydrogencarbonat und/oder Kaliumcarbonat können sowohl als Pulver oder in Wasser gelöst zur Anwendung gebracht werden. Bei den schwerwasserlöslichen Erdalkaliverbindungen bietet sich die Verwendung als feinpulvriges Material an. Es ist jedoch auch möglich, diese Substanzen als Suspensionen herzustellen und entsprechend dem Sprühverfahren einzusetzen.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß Gemische aus den angeführten basischen Alkali- und/oder Erdalkaliverbindungen und oberflächenaktiven Substanzen eingesetzt werden. Bei den oberflächenaktiven Substanzen handelt es sich um Aktivkohle, Aktivkoks, z. B. Braunkohle-Herdofenkoks, aktiviertes Aluminiumoxid, Kieselgel, Kieselgur und/oder Ziolithe.

Bei Einsatz derartiger Gemische ergeben sich wesentliche Vorteile. Zum einen wird die Reaktion zwischen den basischen stickstoffhaltigen Verbindungen und den sauren Restemissionen begünstigt, d. h. der Bedarf an diesen Verbindungen wird herabgesetzt. Weiterhin lassen sich mit den zugesetzten oberflächenaktiven Substanzen auch noch zahlreiche weitere Schadstoffe neben den bereits mehrfach erwähnten sauren Schadstoffen Schwefeldioxid, Fluorwasserstoff und Chlorwasserstoff abscheiden. Es sind dies insbesondere die flüchtigen Schwermetalle Cadmium, Quecksilber, Arsen, Antimon und Thallium. Hinzu kommen noch die zahlreichen ökotoxischen organischen Schadstoffe, wie halogenierte Dioxine/Furane, polyaromatische Kohlenwasserstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe und weitere unverbrannte Kohlenwasserstoffe.

Bei Einsatz von basischen alkalischen Verbindungen und oberflächenaktiven Substanzen liegt also ein höchst wirksames, multifunktionelles System zur Abscheidung der Gesamtheit der Schadstoffe von Abgasen vor.

Je nach Betriebsbedingungen und Gehalte bestimm-

ter Schadstoffe werden entweder die oberflächenaktiven Substanzen auf Basis oder die anorganischen oberflächenaktiven Substanzen eingesetzt. Bei hohen Temperaturen hat es sich als günstig erwiesen, aktiviertes Aluminiumoxid oder Kieselgel bzw. Kieselgur einzusetzen.

Diese Gemische mit anorganischen oberflächenaktiven Substanzen werden eingesetzt, wenn die Reaktionstemperaturen bis 240°C betragen. Die hochwirksamen oberflächenaktiven Substanzen auf Basis Kohle dagegen können problemlos verwendet werden, wenn Reaktionstemperaturen vorliegen, die $< 150^\circ\text{C}$ sind.

Der Anteil der oberflächenaktiven Substanzen im Gemisch mit den basischen Verbindungen beträgt im allgemeinen 0,1 bis 95%, vorzugsweise 0,5 bis 50% und insbesondere 1 bis 10 Gew.-%.

Der Anteil der oberflächenaktiven Substanzen am Gemisch mit den basischen Verbindungen hängt in hohem Maße davon ab, welche zusätzliche Funktion die oberflächenaktive Substanz zu übernehmen hat. Soll im hohen Maße das flüchtige Quecksilber abgeschieden werden, dann ist es empfehlenswert, den Anteil entsprechend hoch zu setzen. Weiterhin ist natürlich zu beachten, ob das System zur Komplettabscheidung aller Schadstoffe, d. h. in einem einstufigen Verfahren eingesetzt wird, oder als nachgeschaltete Stufe nach einem mehrstufigen Waschverfahren. Bei Einsatz als nachgeschaltete Stufe nach einem Waschverfahren ist der Anteil der oberflächenaktiven Substanzen in den höheren Bereichen anzusetzen. Als Einstufenverfahren eingesetzt, dient das Gemisch vorzugsweise der Abscheidung der sauren Schadstoffe, dementsprechend ist der Anteil an oberflächenaktiven Substanzen gering.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, die Eindüsung der basischen stickstoffhaltigen Verbindungen bei Temperaturen von 10°C oberhalb des Taupunktes des Wasserdampfes des jeweiligen Gases bei 350°C , vorzugsweise von 80 bis 250°C , insbesondere 100 bis 200°C und ganz besonders bevorzugt 120 bis 180°C , durchzuführen.

Ausgangspunkt der Wahl der Temperatur ist das Temperaturniveau des angewandten Reinigungsverfahrens. Die Trockensorption arbeitet im Verfahren von 160 bis 1250°C . Dieser Temperaturbereich kann auch für das erfindungsgemäße Verfahren beibehalten werden.

Die Sprühsorption dagegen arbeitet bereits bei tieferem Temperaturniveau von 120 bis 180°C . Auch bei diesem Temperaturniveau kann durch das Eindüsen von basischem stickstoffhaltigen Verbindungen eine bequeme Minderung der Restemission von Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff erreicht werden.

Der Temperaturbereich der konditionierten Trockensorption beträgt 120 bis 160°C . Auch in diesem Temperaturbereich läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren mit allen Vorteilen anwenden.

Zum Taupunkt des Wasserdampfes des jeweiligen Gases ist festzustellen, daß er bei den Abgasen aus der Müllverbrennung bei etwa 60°C liegt. Nach Wäschern ist also die Mindesttemperatur bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Müllverbrennung 70°C . Mit der Fahrweise im Trockenbereich soll verhindert werden, daß durch Kondensation der eingedüsten Ammoniak ausgewaschen wird. Nach den bisherigen Ausführungen ist es also deutlich, daß nach Wäschern die Reaktionstemperatur des erfindungsgemäßen Verfahrens von beispielsweise 70 bis 350°C reichen kann.

Der bevorzugte Bereich liegt jedoch im Temperaturbereich von 100 bis 200°C, wobei ein ausgewählter Temperaturbereich bei 120 bis 180°C liegt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann als einstufiges Verfahren oder als Teilstufe, insbesondere als Letztstufe, eines mehrstufigen Verfahrens eingesetzt werden.

Zu den einstufigen Verfahren zählt der Einsatz bei der Sprühsorption, der konditionierten Trockensorption und der Trockensorption. In diesen Fällen wird in einer Stufe die Gesamtheit der relevanten Schadstoffe vermindert.

Bei dem mehrstufigen Verfahren liegt die Bedeutung des erfindungsgemäßen Verfahrens beim Einsatz als Feinreinigungsstufe nach einem mehrstufigen Naßwaschsystem. In diesem Fall werden, insbesondere bei Einsatz von basischen Substanzen, die mit oberflächenaktiven Substanzen gemischt sind, nicht nur die sauren Schadstoffe, sondern die ganze Palette der ökotoxischen Schadstoffe mitabgeschieden.

Eine mehrstufige Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, nach der Abscheidung der sauren Schadstoffe zusätzlich Ammoniak einzudüsen und die Reduktion der Stickstoffoxide NO und NO₂ auf bekannte Weise in Aktivkohlereaktoren oder an Katalysatoren auf Basis von Schwermetallen durchzuführen. Diese Reaktionen sind in ihren Randbedingungen (z. B. Verweilzeit, Temperatur und dgl.) bekannt und bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Andererseits kann bereits in der ersten Stufe mehr NH₃ als zur Minderung der Restemission von SO₂ und HCl erforderlich ist eingedüst werden. Bei Anwesenheit von Aktivkohle tritt eine Reduktion der Stickstoffoxide ein und das nichtumgesetzte Ammoniak mindert die Restemission an SO₂, HCl und HF.

Der überstöchiometrische Anteil an Ammoniak kann so eingestellt werden, daß die Molverhältnisse von Anspruch 14 eintreten.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die leichte Regelung der Restemissionsminderung, die eine sofortige Reaktion auf Spitzen von SO₂ und HCl ermöglicht.

Das Verfahren ist zur Behandlung von Gasen und Abgasen aus Produktionsprozessen, z. B. Hüttenprozesse, Chloralkalielektrolyse und Hochofenprozesse, und von Abgasen aus Kraftwerken, Abfallverbrennungs- und Sondermüllverbrennungsanlagen, Anlagen der Glas- und Keramikindustrie, Feuerungsanlagen im weitesten Sinne, Aluminiumschmelzwerken und Verbrennungsanlagen geeignet.

Eingesetzt werden kann es für folgende Abgasreinigungsverfahren: Trockensorption, konditionierte Trockensorption, Sprühsorption und Sprühtrocknung sowie nach Naßwäschern und Kombinationen der verschiedensten Reinigungsverfahren.

Beispiel

In einer Müllverarbeitungsanlage werden pro Stunde 6 t Hausmüll und Gewerbeabfälle verbrannt. Die heißen Abgase werden über einen Kessel geleitet und dann mit einer Temperatur von 180 bis 240°C in die Rauchgasreinigung geführt. Sie besteht aus einer Trockensorption in der Trockensorptionseinrichtung wird das Abgas zuerst in einem Zyklon trocken entstaubt und dann mit trockenem Calciumhydroxid vermischt. In einem Reaktor werden Calciumhydroxid und Abgas intensiv verwirbelt und das basische Mittel mit den sauren Schadstoffen zur Reaktion gebracht. An einem Gewebefilter findet dann

die Abscheidung der Feststoffe aus der Neutralisationsreaktion und des nicht umgesetzten Calciumhydroxids sowie des Reststaubes statt.

Bei einem Verbrauch von 25 k/h Calciumhydroxid wurden im Reingas für Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid Restgehalte von

— Chlorwasserstoff	25 mg/m ³
— Schwefeldioxid	70 mg/m ³

festgestellt.

Zusammen mit dem pneumatisch geförderten Calciumhydroxid wurden in die Abgasreinigungsanlage 2 m³/h gasförmiges Ammoniak eindosierte. Sofort nach Zugabe von Ammoniak verminderten sich die Restgehalte an Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff erheblich. Es stellte sich innerhalb kürzester Zeit folgendes Niveau ein:

— Chlorwasserstoff	4 mg/m ³
— Schwefeldioxid	5 mg/m ³

Das Molverhältnis von Ammoniak zu der Gesamtmenge der sauren Schadstoffe Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff betrug in diesem Beispiel 0,73. Das heißt, Ammoniak wurde unterstöchiometrisch eindosierte.

Weiterhin wurde festgestellt, daß anstelle von 25 kg/t nur noch 20 kg/t an Calciumhydroxid eindosierte werden mußten. Das anfallende Reaktionsprodukt aus dem Gewebefilter war frei von Ammoniakgeruch und von Ammoniumsalzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abscheidung von Schadstoffen, insbesondere von sauren Schadstoffen, aus Gasen und Abgasen mittels basischer Substanzen, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu basischen Alkali- und/oder Erdalkaliverbindungen oberhalb des Taupunktes von Wasserstoff stickstoffhaltige basische Verbindungen eingedüst, mit dem Gasstrom vermischt, zur Reaktion gebracht und die Feststoffe an Staubabscheidevorrichtungen abgeschieden werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als stickstoffhaltige basische Verbindungen Ammoniak, Ammoniumsalze, z. B. Ammoniumchlorid, Harnstoff und/oder primäre, sekundäre und/oder tertiäre Amine eingedüst werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Ammoniak gasförmig eingedüst wird.
4. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die stickstoffhaltigen basischen Verbindungen vor der Zugabe der basischen Alkali- und/oder Erdalkaliverbindungen, zusammen mit diesen oder nach der Zugabe der basischen Alkali- und/oder Erdalkaliverbindungen in den Gasstrom eingedüst werden.
5. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die stickstoffhaltigen, basischen Verbindungen, gerechnet als Ammoniak, NH₃ zu den Restemissionen der sauren Schadstoffe Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid im Molverhältnis 0,01 bis 10 vorzugsweise 0,1 bis 2,

insbesondere 0,2 bis 1, eingesetzt werden.

6. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß als basische Alkaliverbindungen Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Natriumhydrogencarbonat, Natriumcarbonat, Kaliumhydrogencarbonat und/oder Kaliumcarbonat und als basische Erdalkaliverbindungen Branntkalk, Calciumhydroxid, Kalkstein, Magnesiumoxid, Magnesiumhydroxid und/oder Magnesiumcarbonat als Feststoffe, Lösungen oder Suspensionen eingesetzt werden.

7. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß Gemische aus den angegebenen basischen Alkaliverbindungen und/oder Erdalkaliverbindungen und oberflächenaktive Substanzen eingesetzt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als oberflächenaktive Substanzen Aktivkohle, Aktivkoks, insbesondere Braunkohle-Herdofenkoks, aktiviertes Aluminiumoxid, Kieselgel, Kieselgur und/oder Zeolithe eingesetzt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil der oberflächenaktiven Substanzen im Gemisch mit den basischen Verbindungen 0,1 bis 95%, vorzugsweise 0,5 bis 50%, insbesondere 1 bis 10% beträgt.

10. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Eindüsung der basischen stickstoffhaltigen Verbindungen bei Temperaturen von 10°C oberhalb des Taupunktes des Wasserdampfes des jeweiligen Gases bis 400°C, vorzugsweise von 80 bis 250°C, insbesondere von 100 bis 200°C und ganz besonders bevorzugt von 120° bis 180°C, erfolgt.

11. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß es als einstufiges Verfahren oder als Teilstufe, insbesondere als Letztstufe eines mehrstufigen Verfahrens eingesetzt wird.

12. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Abscheidung der sauren Schadstoffe zusätzlich NH_3 eingedüst wird, um die Reduktion der Stickstoffoxide in nachgeschalteten Aktivkohlereaktoren oder Katalysatoren durchzuführen.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß NH_3 in zur Reduktion der Stickstoffoxide überstöchiometrischen Menge eingedüst, die Reduktion an oberflächenaktiven Substanzen, insbesondere an Aktivkohle, durchgeführt und das nichtumgesetzte NH_3 zur Restabscheidung von SO_2 und HCl verwendet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis des nichtumgesetzten NH_3 zu den Restemission der sauren Schadstoffe Chlorwasserstoff und Schwefeldioxid 0,01 bis 10, vorzugsweise 0,1 bis 2, insbesondere 0,2 bis 1, beträgt.

— Leerseite —

THIS PAGE BLANK (USPTO)